

34

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: julio, 2021

SOFTWARES MATEMÁTICOS

EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA: UNA ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACIÓN

MATHEMATICAL SOFTWARES IN ENGINEERING CAREERS: A STRATEGY FOR ITS IMPLEMENTATION

Luis Efraín Velasteguí López¹

E-mail: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7353-5853>

Elsy Rodríguez Revelo²

E-mail: elsy.rodriguezr@ug.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4486-0785>

Evelyn J. Henríquez Antepara²

E-mail: jazmin19803@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7465-2376>

Mélida R. Campoverde Méndez³

E-mail: rcampoverdem@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8848-7535>

Wilber Ortiz Aguilar²

E-mail: wilber.ortiza@ug.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5860-9041>

¹ Ciencia Digital Editorial. Ecuador.

² Universidad de Guayaquil. Ecuador.

³ Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Velasteguí López, L. E., Rodríguez Revelo, E., Henríquez Antepara, E. J., Campoverde Méndez, M. R., & Ortiz Aguilar, W. (2021). Softwares matemáticos en las carreras de ingeniería: una estrategia para su implementación. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 320-327.

RESUMEN

Esta investigación propone una estrategia metodológica para la implementación coherente de softwares matemáticos en las carreras de Ingeniería a partir de la integración de la asimilación del contenido matemático con la solución de problemas propios de la profesión. La estrategia fue aplicada por profesores de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, en la impartición de asignaturas de las ciencias matemáticas de las carreras de Ingeniería de Software e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones. A través de pruebas estadísticas de comparación de medias y no paramétricas de bondad de ajuste, se obtuvo que la estrategia tiene un efecto positivo notable en los resultados académicos y su desarrollo de competencias profesionales y no tanto en la motivación de los estudiantes. Se comprobó un nivel de satisfacción alto por parte de los profesores que aplicaron la estrategia, los cuales aportaron sugerencias para su perfeccionamiento.

Palabras clave: Estrategia metodológica, implementación de softwares matemáticos, competencias profesionales, resultados académicos.

ABSTRACT

This research proposes a methodological strategy for the coherent implementation of mathematical software in engineering careers based on the integration of the assimilation of mathematical content with the solution of problems specific to the profession. The strategy was applied by professors of the Faculty of Mathematical and Physical Sciences of the University of Guayaquil, in the teaching of subjects of the mathematical sciences of the Software Engineering and Engineering in Networking and Telecommunications careers. Through statistical tests of comparison of means and non-parametrics of goodness of fit, it was obtained that the strategy has a remarkable positive effect in the academic results and its development of professional competences and not so much in the motivation of the students. A high level of satisfaction was verified on the part of the teachers who applied the strategy, who provided suggestions for its improvement.

Keywords: Methodological strategy, implementation of mathematical software, professional competencies, academic results.

INTRODUCCIÓN

El uso de las tecnologías para obtener mejores resultados de aprendizaje, se considera actualmente como un factor importante en la Educación Superior donde un plan de estudio con calidad no solo prescribe lo que se debe enseñar y aprender en las diversas materias, sino que también incluye el esfuerzo de las instituciones para ayudar a los alumnos a desarrollar habilidades y competencias que se alineen con las demandas de los empleadores, del entorno y con su propia misión institucional (Woya, 2019; Pedraja-Rejas, et al., 2020).

Las tendencias modernas de orientar más los procesos de enseñanza aprendizaje hacia el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por medio de una amplia gama de soportes tecnológicos, han sido determinantes en que estos procesos sean más adecuados y atractivos tanto para los estudiantes como para los profesores (Ausín, et al., 2016, Ivanović, et al., 2018; González-Acosta, et al., 2020).

En el proceso formativo moderno, el docente tiene a su favor la posibilidad del uso de variadas herramientas tecnológicas que van desde los softwares de aplicación, el correo electrónico, procesadores de textos, LMS, blogs, foros en línea, audio y podcasts de vídeo, wikis, plataformas de intercambio multimedia, voz sobre sistemas IP, juegos / simulaciones y portafolios electrónicos, hasta las redes sociales. A ello se une la generalización de la utilización de las computadoras, los Tablet, teléfonos y otros dispositivos móviles, que en conjunto con la Web 2.0, han abierto vías para que la aplicación del e-learning transforme el proceso de aprendizaje (Soler, et al., 2012; Seixas, et al., 2014; Sánchez, et al., 2019).

En concordancia, cada vez se exige más el uso de las TIC en las diferentes materias, con mucho énfasis en las de matemática, ya que se ha comprobado que el estudiante pierde interés en aprender matemática cuando esta materia se le enseña de forma tradicional (Nouralhuda, 2014; Morales & Blanco, 2019). Ello ha motivado a la comunidad científica a preocuparse sobre el uso correcto de los softwares matemáticos en la enseñanza de pregrado, tanto en la modalidad presencial como en la modalidad virtual, donde es posible establecer una educación a distancia en la que el alumno activo lidera su proceso de aprendizaje, asistido por tutores y por sus propios compañeros de clase (Salazar, et al., 2016; De Arco, et al., 2017; Mendoza, et al., 2019).

Según Morales & Blanco (2019); entre los softwares matemáticos más utilizados y mencionados en la bibliografía especializada se encuentran MatLab, Maple, Mathematica, Mathcad, GeoGebra, Derive, SPSS,

Statgraphics y WinQSB. Estos programas pueden facilitar a los estudiantes y profesores la realización de cálculos complejos, el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico, la elaboración de gráficos, la visualización de principios matemáticos, la identificación de relaciones y patrones, la confirmación numérica de resultados obtenidos de forma analítica, entre otras bondades, que permiten a su vez la relación con los objetos matemáticos en ambientes más realistas.

Bailey & Borwein (2015), exponen que estos asistentes permiten usar la computadora como un laboratorio para realizar experimentos exploratorios en temas de Matemática a la vez que aseveran que en el caso de las Matemáticas aplicadas se ha adoptado la computación con mucha más fuerza que en la Matemática pura, donde se destaca como campo de aplicación, la ingeniería.

Existen muchos factores a tener en cuenta cuando se va a introducir el uso de un software en las clases de Matemática (Mendoza, et al., 2019). En este sentido, Williner (2014), refiere que *“la incorporación de estos recursos no se hace en forma improvisada, requiere una organización por parte del docente, ya sea de los objetivos perseguidos, de los tiempos académicos, del material didáctico con el que se trabajará y de la orientación que se le brindará al alumno”*. (p. 2112)

Para optimizar la utilización de los softwares matemáticos como recurso didáctico es requisito indispensable identificar las habilidades específicas que son necesarias para usar la tecnología, pues un programa de matemática diseñado con el uso explícito de las tecnologías, deberá contribuir tanto a la asimilación del contenido matemático como a la solución de situaciones problemáticas o tipos de problemas al que pueden enfrentarse los estudiantes. Antes de su implementación, es necesario realizar un análisis de las características del software para facilitar la adquisición de los conocimientos, sus potencialidades, ventajas y factores de riesgo, así como la preparación de una guía de implementación según los objetivos propuestos en cada caso, para evitar que aprender matemáticas se convierta en saber utilizar una herramienta informática (Morales & Blanco, 2019).

Por su parte, los procesos de enseñanza de la Ingeniería han evolucionado, de un trabajo con un enfoque centrado en el docente, en el cual el profesor era el protagonista del proceso de aprendizaje mediante métodos fundamentalmente expositivos, hasta el aprendizaje centrado en el estudiante, en el cual el profesor se convierte en un facilitador de técnicas para la adquisición del conocimiento (Yamagata 2018). De esta forma surgió el enfoque educativo basado en competencias, el cual toma

tres principios del enfoque centrado en el alumno: el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo. El enfoque basado en competencias consiste en mejorar la educación por la construcción de capacidades que tengan un efecto positivo en los estudiantes, de manera que puedan competir exitosamente en el campo laboral e incluye competencias educativas que incitan a desarrollar nuevas metodologías que combinen las tecnologías con las habilidades del trabajador (Delahoz-Dominguez, et al., 2020).

A pesar de que existen antecedentes de investigaciones que avalan las potencialidades del uso de softwares matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias matemáticas en la educación superior y en particular en las carreras de ingeniería, no se encontró una metodología general para su aplicación como recurso didáctico, con vistas a integrar el contenido de la materia con el fortalecimiento y desarrollo de competencias profesionales y a facilitar al profesor la elección del software adecuado para cada tema y la evaluación de los resultados de su aplicación.

Esta investigación propone una estrategia metodológica para la implementación de softwares matemáticos en las carreras de ingeniería bajo la hipótesis de que su aplicación influye en el rendimiento académico, la motivación y el desarrollo de competencias profesionales, de los estudiantes. La estrategia fue aplicada por profesores de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, en la impartición de asignaturas de las ciencias matemáticas de las carreras de Ingeniería de Software e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.

Para corroborar la hipótesis planteada se realizaron pruebas estadísticas de comparación de medias y no paramétricas de bondad de ajuste, a las variables, de lo cual se obtuvo que la estrategia tiene un efecto positivo notable en los resultados académicos y su desarrollo de competencias profesionales y no tanto en la motivación de los estudiantes. Se comprobó un nivel de satisfacción alto por parte de los profesores que aplicaron la estrategia, los cuales aportaron sugerencias para su perfeccionamiento.

METODOLOGÍA

En este apartado se describen la estrategia aplicada, la población y muestra, las variables, el instrumento y el análisis estadístico efectuado en la investigación. Sobre la base de lo expuesto, se optó por seleccionar un diseño cuasi-experimental, con grupo de comparación no equivalente en el que se incluye la recolección de datos cualitativos y cuantitativos. Se asumió que los individuos

que participaron en el estudio conservaron ciertas diferencias a pesar de recibir el mismo tratamiento de la variable independiente.

La estrategia propuesta consistió en seguir por el profesor una serie de pasos: 1) identificar los objetivos del modelo del profesional para el que se está trabajando, las competencias profesionales requeridas y los objetivos que propone el programa de la asignatura; 2) realizar un levantamiento sobre los softwares matemáticos disponibles, a los cuales tendrán acceso el profesor y los estudiantes durante todo el curso y que permiten optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje; 3) caracterizar los softwares identificados; 4) seleccionar el software que responde mejor a los objetivos del modelo del profesional y de la asignatura; 5) recopilar y clasificar bibliografías relacionadas con el uso general y aplicación del software a la resolución de ejercicios de los temas a tratar; 6) identificar las herramientas y funciones para resolver los ejercicios de cada tema; 7) diseñar un algoritmo de trabajo que facilite a los estudiantes resolver los ejercicios valiéndose del programa informático seleccionado, 8) planificar y desarrollar actividades docentes enfocadas hacia la utilización del programa informático seleccionado en la solución de problemas típicos de la profesión y 9) evaluar la implementación del software y los resultados alcanzados.

La muestra a estudiar la constituyó la totalidad de estudiantes de las carreras de Ingeniería de Software e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Universidad de Guayaquil, que recibieron las materias Cálculo diferencial, Matemáticas discretas, Álgebra lineal, Cálculo en varias variables, Ecuaciones diferenciales y Probabilidades y estadística, durante el periodo 2020-2021 en su Ciclo 1. En total se trata de doce grupos cuyo total de estudiantes incluidos por matrícula no se modificó en el transcurso de la investigación. En la tabla 1 se muestran las matrículas de estudiantes por materias en cada carrera.

Tabla 1: Matrícula de estudiantes por materia en cada carrera.

Materia	Ingeniería de software	Ingeniería en Networking y telecomunicaciones
Cálculo diferencial	33	28
Matemáticas discretas	33	28
Álgebra lineal	33	28
Cálculo en varias variables	30	31
Ecuaciones diferenciales	30	31

Probabilidades y estadística	30	31
Total	189	177

Fue seleccionado aleatoriamente un grupo de cada carrera para cada asignatura, para aplicar la estrategia propuesta y los demás fueron tomados como grupos de control. De ello resultó que la estrategia fue aplicada por los profesores que impartieron las materias Cálculo diferencial, Matemáticas discretas y Álgebra lineal en los grupos de la carrera Ingeniería de software, y por los profesores que impartieron las materias, Cálculo en varias variables, Ecuaciones diferenciales y Probabilidades y estadística en la carrera de Ingeniería en Networking y telecomunicaciones.

Fue definida como variable independiente la aplicación de la estrategia propuesta para la implementación de los softwares matemáticos. Como variables dependientes se determinaron: 1) el rendimiento académico de los estudiantes, 2) la motivación (participación en clases), y 3) el desarrollo de competencias profesionales.

Las variables fueron medidas a través de las calificaciones de las actas ordinarias de las asignaturas (en el caso del rendimiento académico), y mediante la observación estadística para registrar el número de participaciones en clase como medida de la motivación.

En el caso de la variable desarrollo de competencias profesionales, se evaluó cualitativamente a cada estudiante mediante una escala de Likert de cinco calificaciones entre Excelente y Muy mal, a partir de evaluaciones aportadas por los profesores de cada materia, las cuales fueron establecidas para cada asignatura según el semestre y la carrera. Entre las competencias profesionales evaluadas estuvieron la capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad, la aptitud para aplicar los conocimientos sobre las ciencias matemáticas, capacidad de reunir e interpretar datos para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética; el uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, el trabajo en equipo, etc.

Adicionalmente, se aplicó una encuesta a los profesores que aplicaron la estrategia con el objetivo de recoger su nivel de satisfacción y sugerencias sobre la misma, la cual se conformó con los enunciados siguientes referidos a la estrategia metodológica propuesta: 1) facilita la implementación coherente de los softwares matemáticos en la impartición de las materias de ciencias matemáticas, 2) contribuye a la planificación de actividades docentes

dinámicas con un enfoque basado en competencias profesionales, 3) contribuye a la formación integral de los estudiantes de las carreras de ingeniería 4) me encuentro satisfecho con los resultados alcanzados a partir de su implementación, y 5) puede mejorarse teniendo en cuenta la sugerencia siguiente. Los cuatro primeros enunciados fueron concebidos para respuestas de opción múltiple entre Totalmente de acuerdo y Totalmente en desacuerdo, según una escala Likert de cinco pasos y el quinto con una respuesta abierta.

Para comparar los grupos en los que se aplicó la estrategia con el resto en cuanto a resultados académicos y motivación, se aplicaron las pruebas de hipótesis paramétricas de Levene, para la calidad de varianzas y verificación de cumplimiento del supuesto de homocedasticidad entre las muestras a comparar, y la prueba T de Student para la diferencia de medias, la cual se complementó mediante el análisis del intervalo de confianza de la diferencia de medias (Kukush, et al., 2017; Soave & Sun, 2017; Shear, et al., 2018).

Para determinar estadísticamente la relación entre la variable independiente y la variable dependiente número 3 (ambas variables categóricas), se elaboró una tabla de tabulación cruzada o de contingencia, que resume simultáneamente las dos variables de interés a partir de las frecuencias absolutas observadas en cada categoría cruzada. Seguidamente se aplicaron los test de medidas de simetría: Coeficiente de contingencia y V de Cramer; así como los test de medidas direccionales: Eta, D de Somers, Coeficiente de incertidumbre, Tau de Goodman y Kruskal y Lambda (Huitema, 2011; Kukush, et al., 2017). Todas las pruebas estadísticas se realizaron mediante la aplicación del software IBM SPSS Statistic versión 23.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba de calidad o igualdad de varianzas de Levene, arrojó un valor de probabilidad de este estadístico igual a 0,526 para el caso la variable resultados académicos. Como esta probabilidad asociada al estadístico de Levene es mayor que el nivel de significación 0,05, se acepta la hipótesis nula de que las varianzas poblacionales son iguales, por tanto, se puede asumir que ambas muestras provienen de una misma población, según esta prueba. De esta forma, se verificó el supuesto de homocedasticidad requerido para la aplicación de la prueba T de Student de diferencia de medias.

Los resultados de la prueba T de Student se mostraron significativos en cuanto a la diferencia de los resultados académicos entre las muestras contrastadas. El estadístico t igual a 6,165 indica que se encuentra dentro de la

región de rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias, lo cual se confirmó por el valor de probabilidad igual a cero. Por otra parte, el intervalo de confianza de la diferencia de medias se estableció entre 1.181 y 2.519, por lo que se puede afirmar que el 95 % de las veces la diferencia de los resultados académico promedio estará dentro de este intervalo, el cual no incluye valor cero. Todo lo antes expuesto permite concluir que existe una diferencia significativa entre los grupos en los que se aplicó la estrategia propuesta y los que no, en cuanto a los resultados académicos.

La aplicación de estas pruebas a la variable participación en clases, como medida de la motivación de los estudiantes, no arrojó resultados similares a los anteriores. Luego de verificarse la homocedasticidad entre las muestras, con una probabilidad de estadístico de Levene igual a 0,145 (superior a 0,05), el estadístico t alcanzó un valor de 0.749, con una probabilidad asociada de 0.471, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias, lo cual indica que no existen diferencias significativas entre la participación media en clases de ambas muestras. Esto se puede verificar en el intervalo de confianza de las diferencias el cual incluye el valor 0 al estar acotado entre -2.96 y 5.96, resultados que permiten concluir que no se puede afirmar, para el nivel de significación utilizado, que la aplicación de la estrategia propuesta mejore la motivación de los estudiantes teniendo en cuenta la participación media en clases.

En cuanto a la posible relación entre la variable dependiente el desarrollo de competencia profesionales y la variable independiente, se obtuvieron los siguientes resultados. A partir de la tabla de contingencia de las frecuencias absolutas de cada evaluación por asignatura y carrera, se construyó el histograma que se muestra en la figura 1, en el cual se utilizaron las siglas IS e INT, para denotar los nombres de las carreras Ingeniería de Software e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, respectivamente.

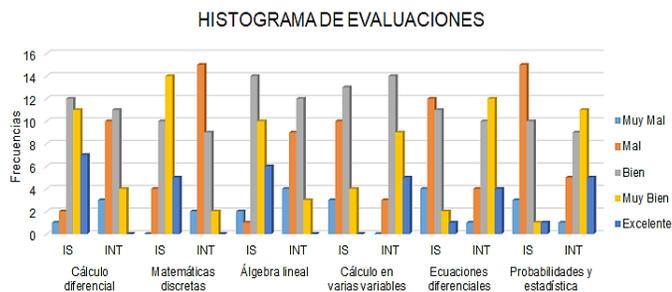


Figura 1. Histograma de frecuencias absolutas de la evaluación de la variable dependiente número 3.

En la figura 1 se puede apreciar que para la asignatura Matemáticas discretas, el grupo de la carrera Ingeniería de Software (en el cual se aplicó la estrategia), obtuvo calificaciones muy superiores a su homólogo de la carrera Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones. Solo cuatro estudiantes del primero obtuvieron evaluación de mal en el indicador medido mientras que, en el segundo grupo, 15 estudiantes recibieron esta calificación negativa.

El análisis de este histograma permite evidenciar diferencias similares entre los grupos, principalmente en las frecuencias relacionadas con las calificaciones de Mal y Excelente. Por tanto, se sugiere un posible efecto positivo de la aplicación de la estrategia en los resultados de la evaluación de la habilidad estudiada. Sin embargo, para confirmar esto, se aplicaron las pruebas enunciadas cuyos resultados se exponen a continuación.

La prueba estadística para la razón de verosimilitud de Chi cuadrado mostró que existe una mayor significación estadística de la relación entre las variables, para el caso de la asignatura Matemáticas discretas, con un valor de estadístico de 26.253, aunque igualmente se obtuvieron valores superiores a 15, lo que denota una buena significatividad para el resto de las asignaturas.

En la figura 2 se muestra el resumen del valor de los estadísticos calculados para cada uno de los test aplicados.

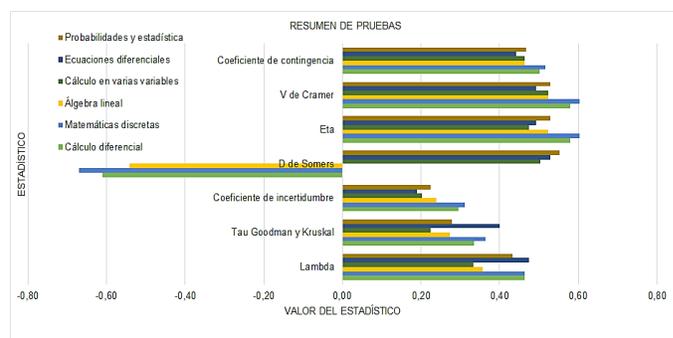


Figura 2. Estadísticos calculados para cada prueba.

Los resultados de los estadísticos (índices de asociación) Lambda, Tau de Goodman y Kruskal y Coeficiente de incertidumbre, sugieren relaciones entre bajas a moderadas para las variables, por lo que se puede afirmar que la variable independiente puede utilizarse para reducir la incertidumbre asociada a la variable dependiente.

Los test de medidas de simetría; Coeficiente de contingencia y V de Cramer; permitieron identificar una relación moderada con un grado de dependencia entre 44.2% y 51.6%. Se puede apreciar en la figura que acorde con los resultados de los test aplicados, las asignaturas

Matemáticas discretas y Cálculo diferencial, fueron las más favorecidas por la implementación de la estrategia en cuanto a este último análisis, mientras que la que menos evidencias estadísticas mostró (aunque igualmente con resultados positivos) fue la asignatura Cálculo en varias variables.

Debido a su importancia, fue necesario especificar para qué niveles de significación resultan válidas las afirmaciones anteriores. En la tabla 2 se muestran las significatividades asintóticas de cada prueba realizada.

Tabla 2. Significatividades asintóticas bilaterales.

Asignatura	Razón de verosimilitud	Lambda	Tau Goodman y Kruskal	Coefficiente de incertidumbre	D de Somers	V de Cramer	Coefficiente de contingencia
Cálculo diferencial	0	0,002	0	0	0	0	0
Matemáticas discretas	0	0,002	0	0	0	0	0
Álgebra lineal	0	0,008	0,003	0	0	0,002	0,002
Cálculo en varias variables	0,002	0,008	0,009	0,002	0	0,008	0,008
Ecuaciones diferenciales	0,003	0,057	0,006	0,003	0	0,005	0,005
Probabilidades y estadística	0,001	0,040	0,002	0,001	0	0,002	0,002

Según los resultados anteriores, solo la prueba Lambda para la asignatura Ecuaciones diferenciales se obtuvo un P_valor superior 0.05, por lo que no se puede afirmar la relación de dependencia para el nivel de significación utilizado, y para la asignatura Probabilidades y estadística, en este mismo test se observó una significatividad de 0.04, cercana al nivel de significación de la prueba. Según el resto de los test aplicados, se puede aceptar que existe relación de dependencia entre las dos variables para niveles de significación superiores a 0,009, es decir, que la relación de dependencia se puede asumir para niveles de confianza de hasta el 99%.

Luego de este análisis estadístico se puede concluir que la estrategia para la implementación de softwares matemáticos en las carreras de ingeniería tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, con un incremento promedio estimado por grupo, entre 1.181 y 2.519 puntos. Sin embargo, no se observó un incremento estadísticamente significativo en las participaciones promedio en clases como medida de la motivación. Por otra parte, la aplicación de la estrategia tuvo un efecto positivo en el desarrollo de competencias profesionales, según quedó demostrado mediante la aplicación de diversos test para determinar la relación entre variables, con una mayor incidencia en las asignaturas Matemáticas discretas y Cálculo diferencial.

Por último, de la encuesta aplicada a los profesores que aplicaron a estrategia, se obtuvo que, de los seis profesores, todos estuvieron totalmente de acuerdo con que la estrategia facilita la implementación coherente de los softwares matemáticos en la impartición de las materias de ciencias matemáticas; 4 totalmente de acuerdo y 2 de acuerdo con que contribuye a la planificación de actividades docentes dinámicas con un enfoque basado en competencias profesionales; 5 totalmente de acuerdo y 1 de acuerdo con que contribuye a la formación integral de los estudiantes de las carreras de ingeniería y 4 totalmente de acuerdo y 2 de acuerdo con estar satisfechos con los resultados alcanzados a partir de su implementación.

Las sugerencias aportadas por los profesores estuvieron enfocadas en las ideas siguientes 1) incluir en la estrategia la definición de los elementos o indicadores necesarios para la caracterización de los softwares, 2) incluir un paso para el diseño de actividades que complementen el trabajo presencial con el estudio individual, el autoaprendizaje y el e-learning y 3) dejar explícito en la planificación de las actividades con el uso de los softwares, el diseño de ejercicios para que los estudiantes exploten otras potencialidades del software adicionales a las tratadas en clase, y 4) incluir el trabajo de consulta en línea con el profesor o la creación de foros de discusión que contribuyan al trabajo en equipo.

CONCLUSIONES

A través de la revisión bibliográfica sobre la implementación de los softwares matemáticos en las carreras de ingeniería se determinó que, a pesar de la importancia y la generalización de su uso en la Educación Superior, existe carencia de metodologías para su utilización como recurso didáctico, que contribuya a la adquisición de los conocimientos de las ciencias matemáticas vinculados a la resolución de los problemas que puedan plantearse en la ingeniería.

La estrategia metodológica propuesta, parte de análisis del modelo del profesional de la carrera correspondiente, donde se identifican las competencias profesionales a las que puede contribuir a asignatura, así como de un levantamiento y caracterización de los softwares disponibles para cada tema en específico, lo que permite que en cada materia se lleven a cabo actividades que influyan en el conocimiento activo y en el desarrollo de competencias profesionales, y que se aprovechen las potencialidades de los softwares para el logro de los objetivos trazados.

A partir del análisis de los resultados de la aplicación de la estrategia propuesta en la impartición de asignaturas de las ciencias matemáticas de las carreras de Ingeniería de Software e Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, durante el periodo 2020-2021 en su Ciclo 1, se concluye que la estrategia tiene un efecto positivo notable en los rendimientos académicos y el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes, aunque no tanto en la motivación medida mediante la participación en clases.

Se mostró un nivel de satisfacción general alto en los profesores que aplicaron la estrategia, y se propone que se fortalezca la caracterización de los softwares, la complementación del trabajo presencial con el estudio individual, el autoaprendizaje y el e-learning, la explotación de otras potencialidades de los softwares y la inclusión del trabajo de consulta en línea o mediante foros de discusión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación Universitaria*, 9(3), 31-38.
- Bailey, D. H., & Borwein, J. M. (2015). Experimental computation as an ontological game changer: the impact of modern mathematical computation tools on the ontology of mathematics. En, E. Davis & P. J. Davis, *Mathematics, Substance and Surmise*. (pp. 25-67). Springer International Publishing.
- De Arco, L.K., Barrio, H., & Parra, G. (2017). Análisis de factibilidad de un sistema de educación b-learning: caso de estudio Universidad de San Buenaventura. *Revista Academia y Virtualidad*, 10(2), 7-19.
- Delahoz-Dominguez E. J., Fontalvo, T., & Zuluaga, R. (2020). Evaluación de la productividad académica de las competencias ciudadanas en la enseñanza de la ingeniería por medio del índice Malmquist. *Formación Universitaria*, 13(5), 27-34.
- González-Acosta, E., Almeida-González, M., & Maqueira-Carballo, G.C. (2020). El software empresarial como tecnología para el aprendizaje y el conocimiento: un enfoque experiencial. *Revista Formación Universitaria*, 13(3), 101-110.
- Huitema, B. (2011). *The Analysis of Covariance and Alternatives: Statistical Methods for Experiments, Quasi-Experiments, and Single-Case Studies*. Wiley.
- Ivanovi, M., Milicevic, A. K., Aleksi, V., & Brati, B. (2018). Experiences and perspectives of technology-enhanced learning and teaching in higher education—Serbian case. *Procedia Computer Science*, 126, 1351-1359.
- Kukush, A., Mishura, Y., & Ralchenko, K. (2017). Hypothesis testing of the drift parameter sign for fractional Ornstein–Uhlenbeck process. *Electronic Journal of Statistics*, 11(1), 385-400 (2017).
- Mendoza, H. H., Burbano, V. M., & Valdivieso, M. A. (2019). El rol del docente de matemáticas en educación virtual universitaria. Un estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Formación universitaria*, 12(5), 51-60.
- Morales, Y., & Blanco, R. (2019). Análisis del uso de software para la enseñanza de la matemática en las carreras de ingeniería. *Transformación*, 15 (3), 367-382.
- Pedraja-Rejas, L. M., Marchioni-Choque, I. A., Espinoza-Marchant, C. J., & Muñoz-Fritis, C. P. (2020). Liderazgo y cultura organizacional como factores de influencia en la calidad universitaria: un análisis conceptual. *Formación Universitaria*, 13(5), 3-14.
- Salazar, O. M., Ovalle, D. A., & Duque, N. D. (2016). Evaluación del desempeño basado en métricas de un sistema pedagógico multi-agente, ubicuo sensible al contexto y apoyado en ontologías. *Formación universitaria*, 9(3), 11-22.

- Sánchez, M., García, J., Steffens, E., & Hernández, H. (2019). Estrategias pedagógicas en procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior incluyendo tecnologías de la información y las comunicaciones. *Información tecnológica*, 30(3), 277-286.
- Seixas, S., Dove, C., Ueberschär B., y Bostock, J. (2015). Evaluation on the use of e-learning tools to support teaching and learning in aquaculture and aquatic sciences education. *Aquaculture International*, 23(3), 825-841.
- Shear, B. R., Nordstokke, D. W., & Zumbo, B. D. (2018). A note on using the nonparametric Levene test when population means are unequal. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 23(1).
- Soave, D., & Sun, L. (2017). A generalized Levene's scale test for variance heterogeneity in the presence of sample correlation and group uncertainty. *Biometrics*, 73(3), 960-971.
- Soler, J., Prados, F., Poch, J., & Boada, I. (2012). ACME: Plataforma de aprendizaje electrónico (e-learning) con funcionalidades deseables en el ámbito de la ingeniería. *Formación universitaria*, 5(3), 3-16.
- Woya, A. A. (2019). Employability among Statistics Graduates: Graduates' Attributes, Competence, and Quality of Education. *Education Research International*, 1-7.
- Yamagata, S. (2018). Comparing core-image-based basic verb learning in an EFL junior high school: Learner-centered and teacher-centered approaches. *Language Teaching Research*, 22 (1), 65-93.